

**Щербань В.Ю., Макаренко Ю.В.**

*Київський національний університет технологій та дизайну*

**МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
СИСТЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ ЛІНІЇ ЗАПРАВКИ  
В КРУГЛОВ'ЯЗАЛЬНИХ МАШИНАХ У ПРОСТОРІ**

**Анотація.** Проведеними дослідженнями здійснена комп'ютерна реалізація алгоритму системи проектування лінії заправки в круглов'язальних машинах у просторі. Доведено, що на форму лінії заправки впливають число направляючих на кожній конкретній технологічній машині, радіус кривизни конкретної направляючої, кути охоплення ниткою направляючої, кут радіального охоплення нитки, фізико-механічні і структурні характеристики нитки. Значення кутів охоплення ниткою направляючих і кутів радіального охоплення нитки поверхнею направляючої визначаються геометричними параметрами і конструкцією як системи подачі нитки на технологічному устаткуванні, так і конструкцією направляючих. Завдяки цьому стало можливим ще на початковій стадії проектування лінії заправки круглов'язальних машин у просторі визначати натяг нитки перед зоною формування залежно від геометричних і конструктивних параметрів устаткування і фізико-механічних і структурних характеристик нитки.

**Ключові слова:** алгоритм; натяг; нитка; напрямна; радіус кривизни; кут охоплення.

**Shcherban V.Yu., Makarenko Yu.V.**

*Kyiv National University of Technologies and Design*

**MATHEMATICAL AND SOFTWARE OF THE REFERENCE SYSTEM OF THE  
REPLACING LINE IN CIRCULAR KNITTING MACHINES IN SPACE**

**Abstract.** Computer implementation of the algorithm of the refueling line design system was carried out in circular knitting machines. It is proved that the shape of the filling line is influenced by the number of guides on each specific technological machine, the radius of curvature of a particular guide, the angles of coverage of the guide thread, the angle of radial coverage of the thread, physical and mechanical and structural characteristics of the thread. The values of the angles of coverage of the thread of the guides and the angles of radial coverage of the thread by the surface of the guide are determined by the geometric parameters and design of both the feed system on the process equipment and the design of the guides. This made it possible at the initial stage of designing the filling line of circular knitting machines in space to determine the tension of the thread in front of the forming zone depending on the geometric and structural parameters of the equipment and physical, mechanical and structural characteristics of the thread.

**Keywords:** algorithm; tension; thread; guide; radius of curvature; angle of coverage.

**Вступ.** Пружна система заправки є складовою частиною системи подачі нитки технологічного устаткування [1–3]. Недосконалість структури пружної системи заправки не дозволяє здійснювати мінімізацію натягу в процесі роботи технологічного устаткування і призводить до порушення технологічного режиму, обривам [2–5]. В першу чергу, на це впливає недосконалість форми пружної системи заправки, нитконапрямних елементів, великими кутами охоплення ниткою напрямних, нерівномірність нитки по діаметру [1, 4–7], що зумовлено її структурою і матеріалом, специфікою виготовлення нитки, довжиною окремих філаментів та їх взаємним розташуванням відносно один до одного, а також нерівномірність вхідного натягу [5–8].

**Постановка завдання.** На основі системного аналізу розробити алгоритм та відповідне математичне та програмне забезпечення для системи проектування форми лінії заправки в круглов'язальних машинах у просторі.

**Результати досліджень.** Розробка оптимальної форми пружної системи заправки трикотажних машин можна ефективно здійснювати з використанням ЕОМ. На рис. 1 представлена загальна графічна схема робочої зони трикотажної машини. Її розміри визначаються як її конструкцією, так і функціональним призначенням.

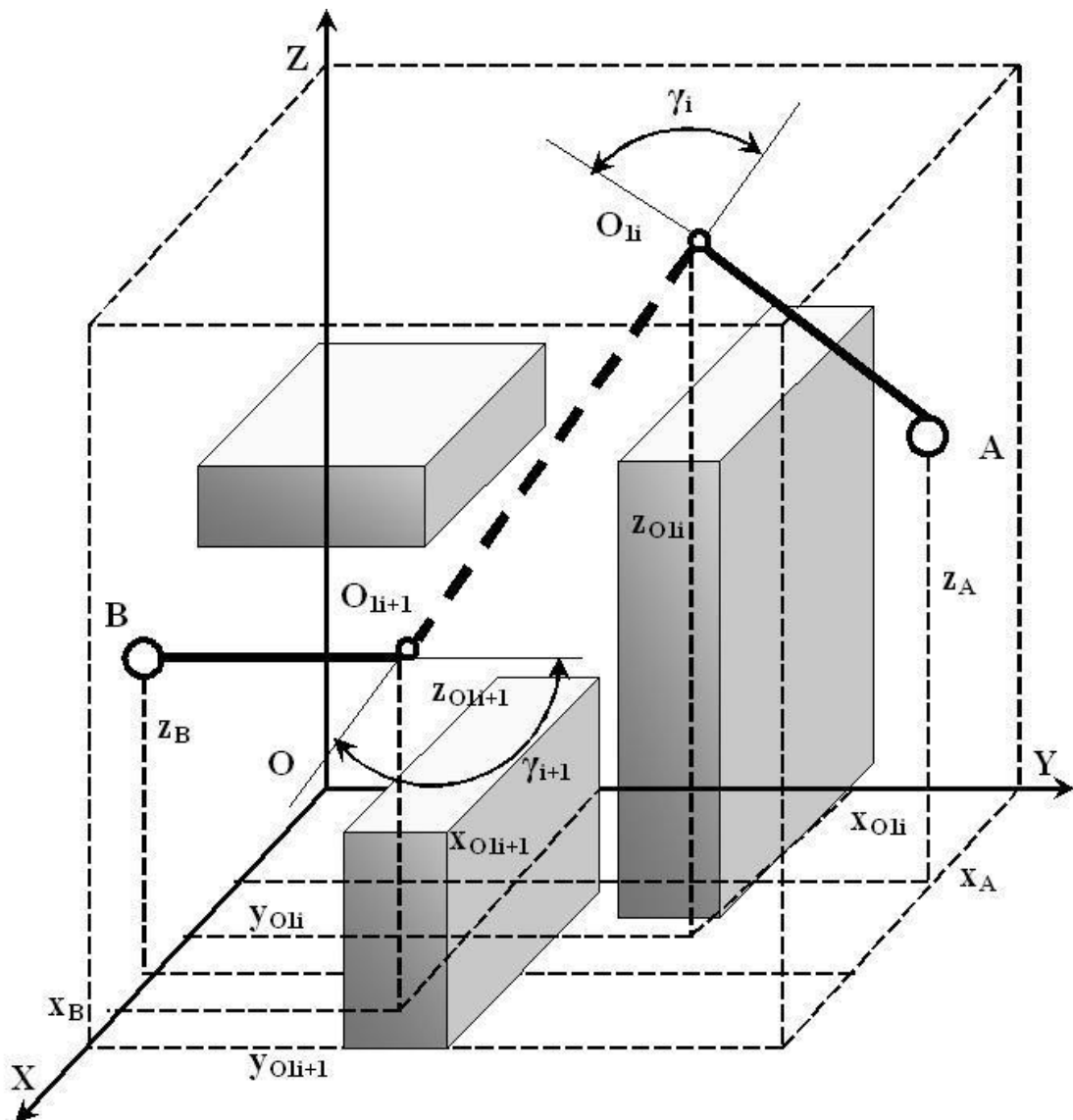


Рис. 1. Графічна схема робочої зони трикотажної машини

Розробка програмного забезпечення, блок-схема якого представлена на рис. 2, необхідно з визначення габаритних розмірів проектуємої пружної системи заправки. Її розміри визначаються як її конструкцією, так і функціональним призначенням.

Наступним етапом буде визначення координат закритих зон. Під цим терміном будемо мати на увазі ті ділянки, через які нитка не може проходити. Це різні елементи станини трикотажної машини, допоміжні механізми. До цих зон можна віднести ділянки загального простору робочої зони трикотажної машини, де необхідно забезпечити нормальні умови обслуговування трикотажної машини.

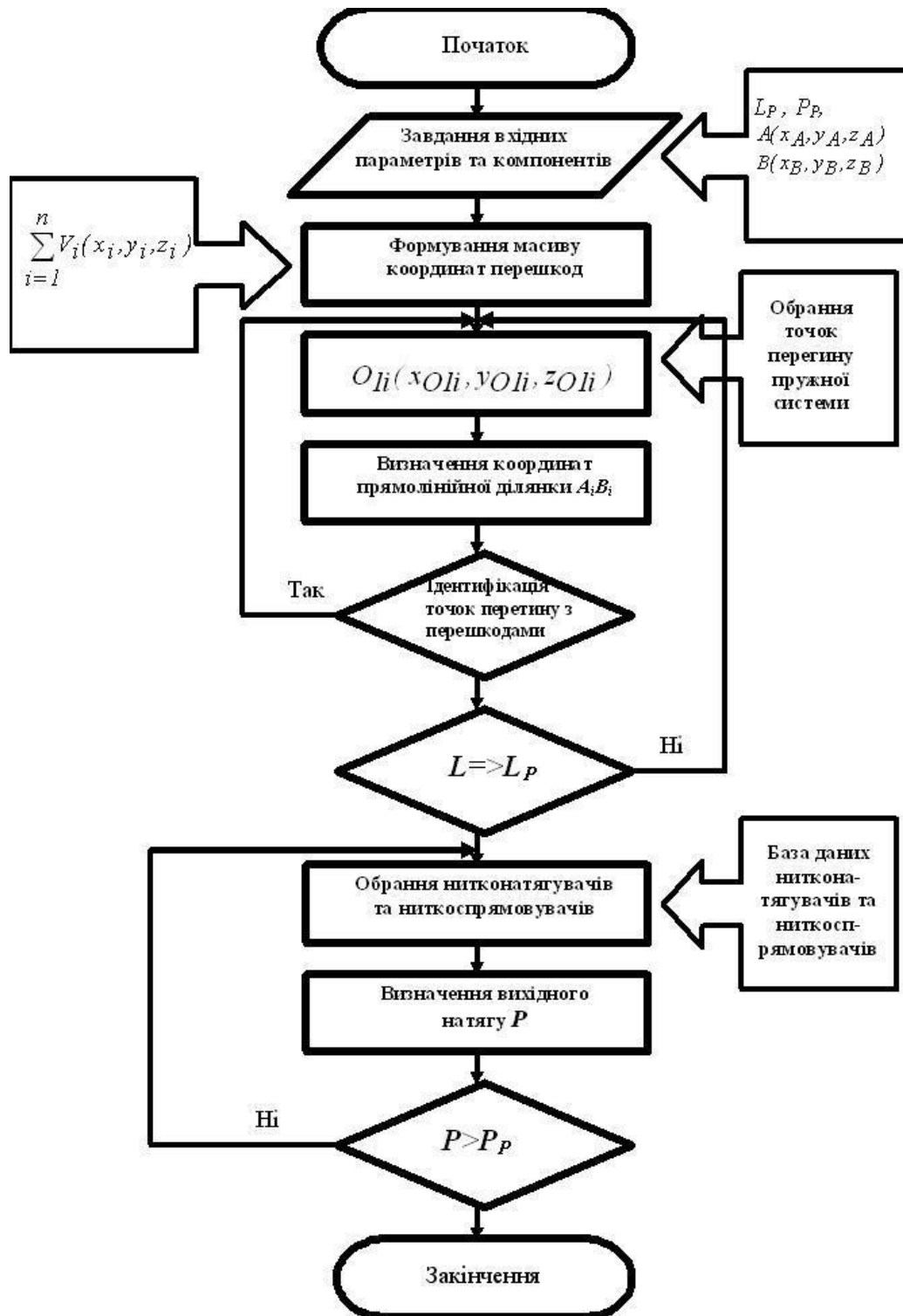


Рис. 2. Блок-схема алгоритму побудови форми пружної системи заправки

До вхідних даних, при розробці основ математичного та програмного забезпечення САПР форми пружної системи заправки трикотажних машин, необхідно віднести величину натягу нитки перед зоною в'язання, довжину нитки в зоні подачі нитки, координати точок входу та виходу з робочої зони трикотажної машини.

При побудові форми пружної системи заправки трикотажних машин, на початковому етапі, приймаємо нульовий варіант, коли нитка після вихідного отвору А

(після балону) не має точок перегину і потрапляє в точку В (зона в'язання). У випадку, коли пряма АВ перетинає закриті зони, програма обирає із сформованого масиву першу точку перегину. Після цього знову будується нова пряма, яка єднає останню точку з точкою виходу В. Знову виконується перевірочний розрахунок. Коли умова не виконується, обирається наступна точка перегину.

Отримана форма пружної системи заправки трикотажних машин перевіряється на предмет заданої довжини нитки. Цю вимогу необхідно виконати для забезпечення необхідної жорсткості нитки при розтягненні. При малій довжині приведений коефіцієнт жорсткості буде більшим, а при більшій довжині збільшуються розміри зони подачі нитки.

Після формування пружної системи заправки обираються нитконапрямні та нитконатягувальні елементи системи подачі нитки. Для цього використовуються підпрограми визначення вихідного натягу для нитконатягувачів.

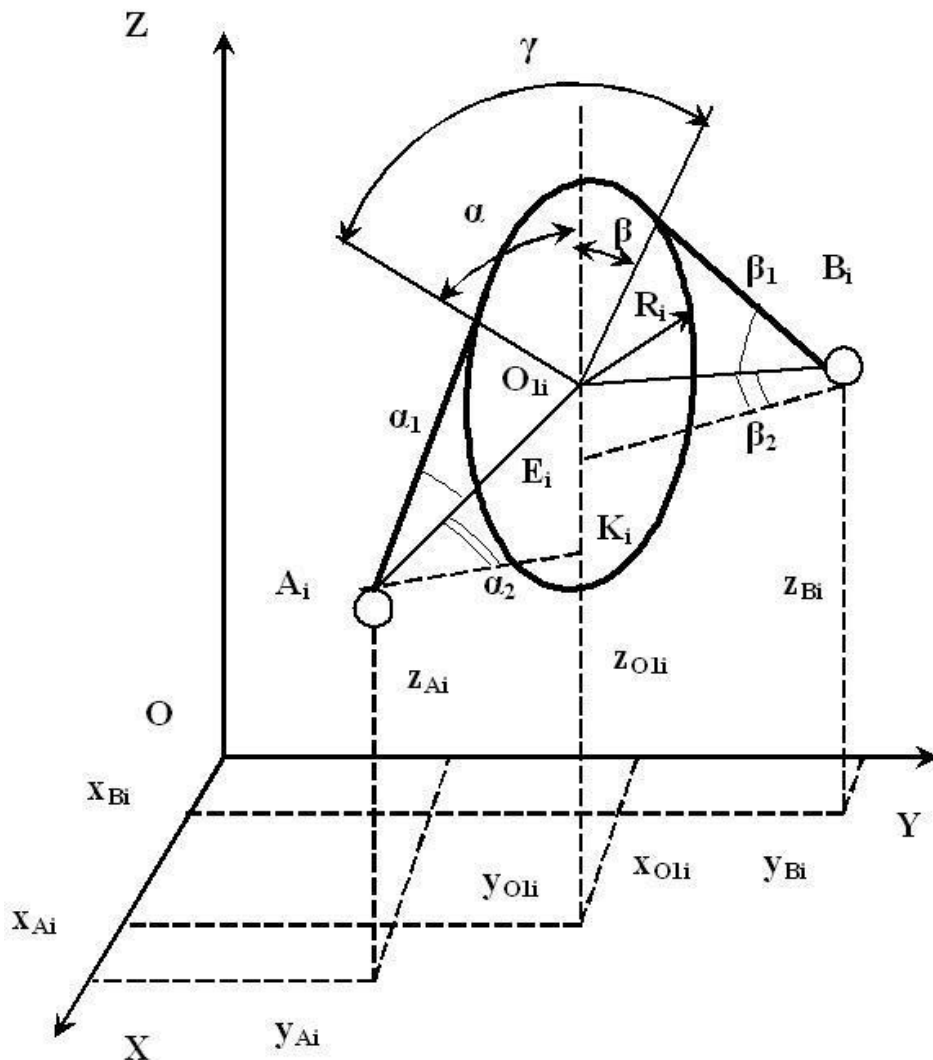


Рис. 3. Розрахункова схема

Далі, згідно з наведеною блок-схемою (рис. 2), здійснюється перевірка отриманого значення вихідного натягу в точці В з заданим. У випадку його підвищеного значення необхідно зменшити величину кута охоплення отворів нитконатягувача чи змінити форму пружної системи заправки трикотажної машини. Число нитконатягувачів

в розрахунках приймалося рівним одному. Це пояснюється тим, що існуючі нитконатягувачі можуть змінити величину натягу в досить широких межах. На рис. 3 представлена розрахункова схема для визначення кута охоплення для  $i$ -направляючої в точці перегину.

Система рівнянь для його визначення має вигляд

$$\begin{aligned}
 O_{li}E_i &= z_{Oli} - z_{Bi}, \quad O_{li}K_i = z_{Oli} - z_{Ai}, \\
 \beta_i &= \beta_{li} + \beta_{2i}, \quad \alpha_i = \alpha_{li} + \alpha_{2i}, \quad \gamma_i = \alpha_i + \beta_i, \\
 E_iB_i &= \sqrt{(x_{Oli} - x_{Bi})^2 + (y_{Bi} - y_{Oli})^2}, \\
 K_iA_i &= \sqrt{(x_{Ai} - x_{Oli})^2 + (y_{Oli} - y_{Ai})^2}, \\
 O_{li}B_i &= \sqrt{(x_{Oli} - x_{Bi})^2 + (y_{Bi} - y_{Oli})^2 + (z_{Oli} - z_{Bi})^2}, \\
 O_{li}A_i &= \sqrt{(x_{Oli} - x_{Ai})^2 + (y_{Ai} - y_{Oli})^2 + (z_{Oli} - z_{Ai})^2}, \\
 O_{li}B_i &= \frac{R_i}{\sin \beta_{li}} = \frac{O_{li}E_i}{\sin \beta_{2i}}, \quad O_{li}A_i = \frac{R_i}{\sin \alpha_{li}} = \frac{O_{li}K_i}{\sin \alpha_{2i}}, \quad \alpha_{li} = \arcsin\left(\frac{R_i}{O_{li}A_i}\right), \\
 \alpha_{2i} &= \arcsin\left(\frac{O_{li}K_i}{O_{li}A_i}\right), \quad \beta_{li} = \arcsin\left(\frac{R_i}{O_{li}B_i}\right), \quad \beta_{2i} = \arcsin\left(\frac{O_{li}E_i}{O_{li}B_i}\right),
 \end{aligned} \tag{1}$$

де  $x_{Oli}, y_{Oli}, z_{Oli}$  – координати  $i$  – циліндричної напрямної;

$x_{Ai}, y_{Ai}, z_{Ai}$  – координати  $i$  – точки перегину;

$x_{Bi}, y_{Bi}, z_{Bi}$  – координати  $i+1$  – точки перегину;

$R_i$  – радіус  $i$  – циліндричної напрямної;

$\gamma_i$  – сумарний кут охоплення ниткою  $i$  – циліндричного ниткоспрямовувача.

Система (1) використовується для реалізації алгоритму при побудові точок перегину. Реалізація алгоритму дозволила удосконалити форму пружної системи заправки для круглов'язальних машин.

#### Висновки:

1. Аналіз структурних схем лінії заправки нитки круглов'язальних машин показав, що вони мають дуже складну конфігурацію, як у площині так і у просторі габаритних розмірів. В точках зламу лінії заправки має місце взаємодія нитки з направляючими отворами спрямовувачів нитки, пристроями що забезпечують натяг нитки.

2. Вперше проведено теоретичне обґрунтування обчислювальної схеми алгоритму послідовної оптимізації, що мінімізує пошуки в дереві варіантів, що дало змогу виконати обчислювальну реалізацію алгоритму послідовної оптимізації, що мінімізує пошуки в дереві варіантів.

3. На основі реалізації розробленого алгоритму вирішена задача синтезу системи подачі нитки на круглов'язальних машинах та розроблено програмне забезпечення для пошуку оптимальної форми заправки нитки на круглов'язальній машині.

4. Виконана програмна реалізація алгоритму пошуку оптимальної траєкторії заправки нитки в круглов'язальних машинах.

5. На основі системного аналізу отримане математичне та програмне забезпечення системи проектування форми лінії заправки в круглов'язальних машинах у просторі, що дозволило оптимізувати конструктивні параметри.

**Список використаної літератури**

1. Shcherban, V.Yu., Kolisko, O.Z., Melnyk, G.V., Sholudko, M.I., Kalashnik, V.Y. (2019). Computer systems design: software and algorithmic components. Kyiv: Education of Ukraine. 902 p.
2. Scherban, V.Y., Sholudko, M.I., Kolisko, O.Z., Kalashnik, V.Y. (2015). Optimization of the process of interaction of a thread with guides, taking into account the anisotropy of frictional properties. Herald of Khmelnytskyi National University, 225 (3): 30–33.
3. Scherban, V.Y., Kalashnik, V.Y., Kolisko, O.Z., Sholudko, M.I. (2015). Investigation of the influence of the thread material and the anisotropy of friction on its tension and the shape of the axis. Herald of Khmelnytskyi National University, 223 (2): 25–29.
4. Mathematical Models in CAD. Selected sections and examples of application / V.Yu. Scherban, S.M. Krasnitsky, V.G. Rezanov. Kyiv: KNUTD, 2011. 220 p.
5. Algorithmic, software and mathematical components of CAD in the fashion industry / V.Yu. Scherban, O.Z. Kolisko, M.I. Sholudko, V.Yu. Kalashnik. Kyiv: Education of Ukraine, 2017. 745 p.
6. Scherban, V.Y., Murza, N.I., Kirichenko, A.N., Sholudko, M.I. (2017). Overall performance of compensators of the filament of knitted cars. Herald of Khmelnytskyi National University, 245 (1): 83–86.
7. Equalizations of dynamics of filament interactive with surface / V. Scherban, G. Melnik, A. Kirichenko, O. Kolisko, M. Sheludko. Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada, 6 (1): 22–26.
8. Scherban, V.Y., Murza, N.I., Kirichenko, A.N., Sholudko, M.I. (2016). Comparative analysis of work of natyazhiteley of filament of textile machines. Herald of Khmelnytskyi National University, 243 (6): 18–21.